

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

WOO JIN LEE, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: Method For Manufacturing Optical Waveguide
Using Laser Direct Writing Method and Optical
Waveguide Manufactured by Using the Same

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir,

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
Korea	10-2002-0082851	23 December 2002

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 10/3/03

Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor
Los Angeles, California 90025
Telephone: (310) 207-3800



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2002-0082851
Application Number

출원 년 월 일 : 2002년 12월 23일
Date of Application DEC 23, 2002

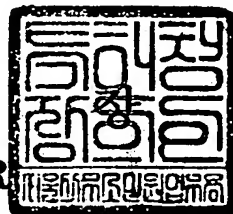
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 06 월 02 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.12.23
【발명의 명칭】	레이저 직접 묘화법을 이용한 광 도파로 제작방법 및 이를 이용한 광 도파로
【발명의 영문명칭】	Method for Manufacturing Optical Waveguide Using Laser Direct Writing And Optical Waveguide Using the Same
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【성명】	신영무
【대리인코드】	9-1998-000265-6
【포괄위임등록번호】	2001-032061-5
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이우진
【성명의 영문표기】	LEE, Woo Jin
【주민등록번호】	750802-1482011
【우편번호】	561-782
【주소】	전라북도 전주시 덕진구 진북동 해성동국아파트 103-403
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	안승호
【성명의 영문표기】	AHN, Seung Ho
【주민등록번호】	640218-1559519
【우편번호】	305-707
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 한울아파트 110-702
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	윤근병
【성명의 영문표기】	Y00N, Keun Byoung
【주민등록번호】	660415-1675918

【우편번호】	305-728
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 462-5 세종아파트 104-501
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정명영
【성명의 영문표기】	JEONG, Myung Yung
【주민등록번호】	600220-1820713
【우편번호】	305-333
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 107동 302호
【국적】	KR
【공개형태】	학술단체 서면발표
【공개일자】	2002. 10. 30
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 신영무 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	1 면 1,000 원
【우선권주장료】	0 건 0 원
【심사청구료】	10 항 429,000 원
【합계】	459,000 원
【감면사유】	정부출연연구기관
【감면후 수수료】	229,500 원
【기술이전】	
【기술양도】	희망
【실시권 허여】	희망
【기술지도】	희망
【첨부서류】	1. 요약서·명세서(도면)_1통 2. 공지예외적용대상(신규성상 실의예외, 출원시의특례)규정을 적용받 기 위한 증명서류_1 통

【요약서】**【요약】**

본 발명은 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 레이저 묘화 공정에서 가장 일반적으로 쓰이는 가우시안 레이저 빔을 이용하여 2개 또는 그 이상의 빔을 중첩 시켜서 광 도파로를 제작함으로써 손쉽게 광 도파로의 굴절률 분포를 개선하는 방법을 제공한다. 또한, 중첩시키는 레이저 빔을 개별적으로 조절함으로써 비대칭 곡선 광 도파로 및 S-bend형 광 도파로의 오차 수정(Offset)구조 등 도파 특성이 향상된 광 도파로의 제작 방법을 제공한다.

【대표도】

도 3b

【색인어】

레이저 묘화, 광 도파로, 오차수정, 비대칭 광 도파로, 중첩 빔

【명세서】**【발명의 명칭】**

레이저 직접 묘화법을 이용한 광 도파로 제작방법 및 이를 이용한 광 도파로{Method for Manufacturing Optical Waveguide Using Laser Direct Writing And Optical Waveguide Using the Same}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 직접 묘화 방법을 설명하기 위한 개념도이다.

도 2a는 일반적인 가우시안 빔 사진이고, 도 2b는 도넛형의 빔 사진이며, 도 2c는 중첩된 가우시안 빔을 나타낸 사진이다.

도 3a 및 도 3b는 종래기술에 의한 단일 가우시안 빔과 본 발명에 따른 중첩 가우시안 빔을 비교 설명하기 위한 개념도이다.

도 4는 싱글 가우시안 빔, 도넛 형태 빔, 오버랩(중첩된) 가우시안 빔에 의해 광 도파로가 받는 에너지 분포를 모의 전산실험으로 계산하여 비교 도시한 그래프이다.

도 5는 싱글 가우시안 빔, 도넛 형태 빔(TEM₀₁ mode beam) 및 중첩된 가우시안 빔에 대해 45도 회전하는 곡선 광 도파로의 굽음 손실(Bending loss)을 계산하여 도시한 그래프이다.

도 6a 및 도 6b는 2개의 가우시안 빔을 중첩하되 각각 내부와 외부에 웨이트를 달리하는 빔으로 구성된 일예를 도시한 도면이다.

도 7은 바깥쪽과 안쪽에서 웨이트가 다르게 구성된 중첩빔에 의한 굽음 손실을 나타낸 그래프이다.

도 8은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 오차수정(offset)구조를 도시한 도면이다.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<9> 본 발명은 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법 및 이를 이용하여 제작된 광 도파로에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 레이저 묘화 공정에서 가장 일반적으로 쓰이는 가우시안 레이저 빔을 이용하여 2개 또는 그 이상의 빔을 중첩 시켜서 광 도파로를 제작함으로써 손쉽게 광 도파로의 굴절률 분포를 개선하는 방법을 제공한다. 또한, 중첩시키는 레이저 빔을 개별적으로 조절함으로써 비대칭 곡선 광 도파로 및 S-bend형 광 도파로의 오차 수정(Offset)구조 등 도파 특성이 향상된 광 도파로의 제작 방법을 제공한다.

<10> 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법은 광반응 고분자 재료에 레이저 빔을 집속시켜 묘화 과정을 거치고 묘화된 패턴의 굴절률이 높아져서 광 도파로가 형성되는 과정이다.

<11> 지금까지 대용량의 광통신 및 정보기록과 정보처리의 초고속화 구현에 필요한 광소자 및 부품들은 반도체 재료와 무기 실리카 계열의 재료를 근간으로 발전되어 왔으나 최근에는 저가격화, 단순 공정의 이점으로 고분자 소재에 대한 관심이 높아지고 있다.

- <12> 고분자 소재를 이용한 광 도파로 제작은 다양한 방식으로 이루어지고 있으며 보편적인 가공 기술로는 포토리소그래피(Photolithography), 핫 엠보싱(Hot Embossing), 자외선 직접 묘화(Direct UV patterning) 및 레이저 직접 묘화 기술 등이 있다.
- <13> 포토리소그래피 공정은 기판 위에 클래딩 재료를 코팅하고 베이킹(Baking) 과정을 거치고, 코어 물질을 코팅, 감광재(photoresist)를 도포, 포토마스크 (photomask)를 사용한 노광 공정, 현상(Developing), 식각 등의 매우 복잡한 공정을 거치게 된다.
- <14> 핫 엠보싱 공정은 하부 클래드 재료에 몰드마스터를 이용하여 코어 부분의 구조를 성형하고, 형성된 구조에 코어 물질을 주입한 다음, 상부 클래드를 덮고, 코어 물질의 경화와 상부 클래드의 접착을 위해 자외선을 조사한다.
- <15> 자외선 직접 묘화 방식은 평면 기판 상에 하부 클래드를 형성한 후에 코어 층으로 자외선 경화 고분자를 코팅한다. 포토마스크를 이용하여 자외선 노광한 후에 고분자 현상액을 사용하여 코어 패턴을 형성시킨 다음 상부 클래드 재료를 코팅하여 제작한다.
- <16> 레이저 직접 묘화 기술은 레이저 미세 가공 기술에 기초를 두고 있다. 도 1은 일반적인 레이저 직접 묘화 방법을 설명하기 위한 개념도이다. 레이저에서 발생한 빛은 필터(Tunable neutral Density Filter)와 셔터를 통과하고 현미경 대물렌즈를 거쳐서 기판상에 조사된다. 기판 상에는 클래드 재료를 코팅하고, 코어층을 코팅한다. 코어층에 레이저 빔을 집속시켜 원하는 패턴을 그리는 간단한 공정으로 광 도파로의 제작이 가능하다. 레이저에 의해 묘화된 패턴은 묘화되지 않은 인접 영역보다 굴절률이 높아지게 되어 전반사 원리에 의한 광 도파로가 형성된다.

- <17> 레이저 직접 묘화 공정은 포토 마스크가 필요 없는 단순한 공정으로 공정 시간의 단축, 저 가격화, 대면적 적용의 이점이 있다.
- <18> 그러나, 종래의 기술에서 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로의 구현은 빛의 성질상 명확한 광 도파로 단면 형상의 구현이 쉽지 않다. 레이저 묘화 과정에서 가장 일반적으로 사용되는 레이저 빔은 가우시안 형태의 강도 분포를 가지고 있으며, 이로 인해 광 도파로 코어의 측면 경계가 명확하게 형성되지 않는다. 광 도파로 측면 굴절률 분포를 개선하기 위한 기술로서 도넛 형태의 빔(TEM01 mode)을 이용한 레이저 직접 묘화가 있으며, 도넛 형태의 빔을 생성하기 위한 방법으로 회절 위상 마스크(Diffracting phase mask) 또는 홀로그램(CGH: Computer Generated Hologram) 등이 사용되고 있다.
- <19> 일반적인 레이저는 가우시안 형태의 강도 분포를 가지는 빔을 조사하기 때문에 광 도파로의 측면이 명확하게 형성되지 않으며, 이는 특히 광 도파로의 곡선 영역에서 많은 굽음 손실(Bending Loss)을 일으키는 원인이 된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <20> 따라서, 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 목적은 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로를 제작하는 방법으로서 손쉽게 광 도파로의 굴절률 분포를 개선하는 방법을 제공하는 것이다.
- <21> 본 발명의 다른 목적은 일반적으로 사용되는 가우시안 형태의 빔을 2개 또는 여러 개 중첩 시켜서 광 도파로를 제작 함으로써 도넛 모드 빔에 사용되는 회절 위상 마스크(Diffracting phase mask), 홀로그램 등의 추가 장치없이 손쉽게 광 도파로의 굴절률 분포를 개선하는 방법을 제공하는 것이다.

<22> 본 발명의 또다른 목적은 비대칭 중첩 빔을 이용하여 광 도파로의 곡선 영역에서 굽음 손실을 개선하는 방법과 오차 수정된 S-bend형 광 도파로를 제작하는 방법을 제공하는 것이다.

【발명의 구성 및 작용】

<23> 상기의 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일측면은 기판 위에 클래드 재료를 코팅하는 단계와, 클래드 재료 위에 코어층 재료로서 광 반응 고분자를 코팅하는 단계와, 가우시안 형태의 강도 분포를 갖는 레이저빔을 이용하여 광 도파로를 형성하는 직접 묘화 단계를 포함하여 구성하되, 직접 묘화는 적어도 2개의 레이저빔을 중첩하여 광 도파로를 형성하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법을 제공한다.

<24> 레이저 직접 묘화 과정에서 중첩되는 적어도 2개의 레이저빔 각각은 빔의 크기, 강도 및 묘화 속도 중 적어도 하나를 서로 다르게 하여 형성할 수 있다. 형성된 광 도파로의 굴절률 분포는 비대칭적일 수 있다.

<25> 광 도파로는 굽은 구조로 형성하며, 굽은 구조의 중첩된 빔은 바깥쪽에 배치된 빔에 의한 굴절률이 다른 굴절률에 비해 큰 것이다.

<26> 바람직하게는, 레이저빔은 2개이고 이들의 크기 및 중첩된 길이는 수 μm 이다.

<27> 또한, 상술한 방법의 적어도 2개의 레이저빔을 중첩하는 단계는, 제 1 레이저빔을 이용하여 굽은 형상의 제 1 광 도파로를 형성하는 단계와, 형성된 제 1 광 도파로의 굽은 곡선의 중심을 기준으로 엇갈리게 상기 제 1 광 도파로의 일면 각각에 형성되도록, 제 2 레이저빔을 이용하여 굽은 형상의 제 2 광 도파로를 형성하는 단계를 포함할 수도 있다.

<28> 본 발명의 다른 일측면은 기판과, 기판상에 코팅된 클래드 재료와, 클래드 재료 위에 코팅된 코어층 재료인 광반응 고분자를 포함하여 구성된 레이저 직접 묘화법으로 형성된 광 도파로에 있어서, 코어층의 굴절률 분포는 가우시안 형태의 강도 분포를 갖는 적어도 2개의 레이저빔을 소정 거리 중첩하여 형성하여 제작된 구조를 갖는 레이저 직접 묘화법으로 형성된 광 도파로를 제공한다.

<29> 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다. 그러나, 본 발명의 실시 예들은 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래에서 상술하는 실시예들로 인해 한정되어지는 것으로 해석되어져서는 안된다. 본 발명의 실시예들은 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 보다 완전하게 설명하기 위해서 제공되어지는 것이다.

<30> 광 도파로를 제작하기 위해 평면 기판 위에 클래드 재료를 코팅하고, 클래드 재료 위에 코어층 재료로서 광 반응 고분자를 코팅한다. 레이저 직접 묘화를 위해 레이저 빔을 코어층 재료 위에 집속 시키고 빔 크기를 원하는 크기로 조절한다. 기판이 놓여있는 스테이지 또는 빔을 움직여서 광 도파로 패턴을 묘화 시킨다. 레이저 빔에 노출된 패턴은 노출되지 않은 재료 보다 굴절률이 높아지며, 전반사의 원리로 광 도파로가 형성된다.

<31> 본 발명에서는 레이저 묘화 과정에서 광 도파로 코어의 측면 굴절률을 계단형 분포(Step index profile)에 가깝게 형성시키기 위해 2개 또는 그 이상의 빔을 중첩 시켜서 광 도파로를 형성하는 방법을 제공한다.

<32> 본 발명에서 제공되는 중첩 빔을 이용한 레이저 직접 묘화 방법은 가장 일반적으로 사용되는 가우시안 형태의 빔을 중첩 시켜서 광 도파로를 제작함으로써 위상 마스크 또는 홀로그램 등의 추가 장치 없이 손쉽게 도넛 빔에 의한 광 도파로 굴절률 제어 이상의 효과를 나타낸다.

<33> 도 2에는 광 도파로 제작에 사용되는 여러 가지 빔 모드가 도시되어 있다. 도 2a는 일반적인 가우시안 빔 사진이고, 도 2b는 도넛형의 빔 사진이며, 도 2c는 오버랩된 가우시안 빔을 나타낸 그림이다.

<34> 광 도파로 코어의 굴절률 분포는 특정 지점에서 광 반응 고분자 재료가 받는 에너지의 총량에 의해 결정되며, 묘화에 사용된 빔의 강도 분포를 빔의 진행 방향에 대해 적분함으로써 구할 수 있다.

<35> 도 3a 및 도 3b는 종래기술에 의한 단일 가우시안 빔과 본 발명에 따른 중첩 가우시안 빔을 비교 설명하기 위한 개념도이다.

<36> 레이저 직접 묘화과정에서 광 도파로 코어의 형성은 레이저 빔 크기, 빔 강도, 묘화 속도 등에 의해 달라지며 굴절률 변화는 일반적으로 코어 영역에 조사되는 총 노광량에 의해 결정된다. 이를 식으로 표현하면 다음 2개의 식으로 표현가능하다.

<37>
$$n_{core} = n_{clad} + \Delta n(x)$$
 【수학식 1】

<38>
$$\Delta n(x) \approx C_0 \int_{-\sqrt{r^2-x^2}}^{\sqrt{r^2-x^2}} \left(\exp \frac{-2(x^2+z^2)}{r^2} \right) dz$$
 【수학식 2】

<39> 여기서 C_0 는 묘화재료, 묘화속도 등에 따라서 결정되는 상수이다.

<40> 도 4는 단일 가우시안 빔, 도넛 형태 빔, 오버랩된(중첩된) 가우시안 빔에 의해 광 도파로가 받는 에너지 분포를 모의 전산실험으로 계산하여 비교 도시한 그래프이다. 광 반응 고분자의 굴절률 변화는 굴절률 변화의 포화 영역에 이르기 전에는 선형에 가까운 변화를 보이기 때문에 광 도파로가 받는 에너지 분포는 굴절률 변화와 형태를 같이 한다. 따라서, 중첩되는 가우시안 빔의 크기와 간격을 조절함으로써 도넛 형태의 빔보다 광 도파로 코어의 경계를 더욱 계단형에 가깝게 구현할 수 있다.

<41> 도 4의 구체적인 모의실험 조건을 살펴보면, 단일 가우시안 그래프는 지름 $6\mu\text{m}$ 의 단일 가우시안 빔에 의해 형성된 광 도파로의 굴절률 분포를 도시한 것이고, TEM_{01} 모드를 나타내는 그래프는 종래 기술에 의하여 광 도파로 측면 굴절률 분포를 개선하기 위하여, 도넛 형태의 빔(TEM_{01} mode)을 이용한 경우를 도시하고 있으며, 원형의 점들을 이은 선 그래프는 지름 $2.4\mu\text{m}$ 의 작은 가우시안 빔을 $3.6\mu\text{m}$ 간격을 두고 중첩 묘화 시킨 것이며, 역삼각형의 선 그래프는 지름 $3\mu\text{m}$ 의 단일 가우시안 빔을 $3.3\mu\text{m}$ 간격을 두고 중첩 묘화 시킨 경우이다.

<42> 도 4에서 확인할 수 있는 바와 같이, 중첩된 빔에 의해 생성된 광 도파로의 굴절률 분포는 단일 가우시안에 비해 탁월하게 계단 형에 가까운 굴절률 분포를 형성됨을 확인할 수 있으며, 빔 크기와 간격은 적당히 필요에 따라서 조절할 수 있다. 특히 지름 $3\mu\text{m}$, 간격 $3.3\mu\text{m}$ 로 중첩된 가우시안 빔은 도넛형 빔 보다 향상된 효과를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 한편, 지름과 간격을 미세 조절하는 경우 더욱 향상된 효과를 기대할 수 있으며, 중첩시키는 빔의 개수를 변경하여 더욱 탁월한 효과를 얻을 수 있다.

- <43> 다음으로, 본 발명의 중첩된 가우시안 빔을 이용하는 경우 굽음 손실(Bending loss)에 대하여 살펴본다.
- <44> 굽음 손실을 비교하기 위하여 TEM_{01} 빔 및 중첩된 가우시안 빔에 대해 45도 회전하는 곡선 광 도파로의 굽음 손실(Bending loss)을 계산하였다. 구체적인 모의 전산 조건을 살펴보면, 광 도파로 클래드 영역의 굴절률은 1.5로 가정하고 Δn_{\max} 는 0.01125로 고정시켰다. BPM(Beam Propagation method)을 이용하여 45도 진행한 후의 굽음 손실(Bending loss)을 계산하였다. 그 결과, 빔의 크기가 커질수록 굽음 손실은 작게 나타났다. 단일빔에 의해 생성된 광 도파로, 중첩빔에 의해 생성된 광 도파로, 그리고 광 도파로 경계면을 비교적 명확하게 형성시킨다고 알려진 도넛 모드(TEM_{01}) 빔에 의한 광 도파로의 굽음 손실을 비교하였다. 도 5는 도넛 모드(TEM_{01}) 빔 및 중첩된 가우시안 빔에 대해 45도 회전하는 곡선 광 도파로의 굽음 손실(Bending loss)을 계산하여 도시한 그래프이다. 중첩빔과 도넛빔은 거의 비슷한 정도의 굽음 손실을 나타내었으며 단일빔에 의한 광 도파로와 비교하여 굽음 손실이 현저히 개선됨을 확인 할 수 있다.
- <45> 다음으로, 중첩빔에 의한 광 도파로 제작은 중첩된 빔의 크기와 강도 등을 개별적으로 조절함으로써 도파 성능이 향상된 광 도파로 소자를 구현할 수 있다. 광 도파로의 곡선 영역에서 곡선 바깥쪽의 굴절률 차이를 크게 함으로써 굽음 손실을 줄인 것이며 중첩된 빔을 개별적으로 조절함으로써 구현 가능하다. 본 발명에서는 레이저 직접 묘화에 의해 곡선 광 도파로를 제작할 때 곡선의 바깥쪽을 형성하는 레이저 빔의 강도를 크게 하거나 묘화 속도를 느리게 하여 진행 방향에 대해 비대칭적인 광 도파로를 형성함으로써 광 도파로의 굽음 손실(Bending loss)을 줄이는 방법을 제공한다.

<46> 도 6a 및 도 6b는 2개의 가우시안 빔을 중첩하되 각각 바깥쪽과 안쪽에서 빔의 크기가 다르게 구성한다. 즉, 적절하게 웨이트(weight)를 부가하여 두개의 가우시안 빔을 중첩함으로써 굽음 손실이 현저히 개선된다. 이 결과는 도 7에 도시하였다. 도 7을 참조하면, 벤딩 반지름(R)이 대략 $3000\mu\text{m}$ 인 경우 웨이트를 달리한 중첩빔의 굽음 손실은 0.3 dB정도 발생한 반면, 도 5에 도시한 바와 같이, 동일 크기의 빔을 중첩한 경우는 굽음 반지름(R)이 대략 $3000\mu\text{m}$ 일 때, 1dB 정도로 나타나고 있다. 따라서, 굽음 손실이 개선된 것을 알 수 있다.

<47> 한편, 상술한 방식은 모드 부정합 손실을 줄이기 위한 오차수정(Offset)구조에 적용 가능하다. 오차 수정 구조는 광 분배기, 광 방향성 결합기 등의 많은 광소자에서 쓰이는 S-bend형 광 도파로의 굽음 손실을 줄이는 방법으로, 통상적인 오차수정 구조는 2개의 광 도파로를 서로 엇갈리게 배치하는 구조로 형성된다. 그러나, 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로의 제작은 묘화 공정의 특성상 묘화의 시작점과 끝점에서 광 도파로 형상의 명확한 구현이 쉽지 않다. 특히 직접 묘화 공정에서는 묘화 과정의 연속성으로 인해 오차 수정 구조의 구현이 상대적으로 난해하다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 발명의 중첩된 가우시안 빔의 구조를 이용하면 용이하게 오차 수정 구조를 구현할 수 있다.

<48> 이와 같은 방식으로 구현된 오차수정 구조가 도 8에 도시되어 있다. 즉, 첫번째 빔을 제 1 광 도파로로 완전히 묘화한 후에, 두번째 빔을 제 1 광 도파로의 굽은 곡선의 중심을 기준으로 엇갈리게 상기 제 1 광 도파로의 일면 각각에 형성되도록 하는 구조를 통해서 첫번째 묘화빔과 두번째 묘화빔을 개별적으로 조절하여 비대칭 광 도파로의 효과를 동시에 얻을 수도 있게 된다.

<49> 본 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 변형예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

【발명의 효과】

- <50> 상술한 바와 같이 본 발명은 레이저 직접 묘화 공정에서 중첩된 빔을 이용하여 손쉽게 광 도파로 굴절률 분포를 개선하고 곡선 광 도파로의 굽음 손실을 개선하는 방법을 제공할 수 있다.
- <51> 또한 중첩 빔에 의해 제작된 비대칭 광 도파로, S-bend형 광 도파로의 오차 수정 구조 등의 기본 구조를 이용하여 광 방향성 결합기, 광 분배기, 광 스위치 등의 많은 응용 소자 제작이 가능하다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

기판 위에 클래드 재료를 코팅하는 단계;

상기 클래드 재료 위에 코어층 재료로서 광 반응 고분자를 코팅하는 단계; 및

가우시안 형태의 강도 분포를 갖는 레이저빔을 이용하여 광 도파로를 형성하는 직접 묘화 단계를 포함하여 구성되되,

상기 직접 묘화는 적어도 2개의 레이저빔을 중첩하여 광 도파로를 형성하는 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 레이저 직접 묘화 과정에서 중첩되는 상기 적어도 2개의 레이저빔 각각은 빔의 크기, 강도 및 묘화 속도 중 적어도 하나를 서로 다르게하여 형성하는 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법.

【청구항 3】

제 2 항에 있어서, 상기 형성된 광 도파로의 굴절률 분포는 비대칭적인 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법.

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 광 도파로는 굽은 구조로 형성하는 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 굽은 구조의 중첩된 빔은 바깥쪽에 배치된 빔의 굴절률이 다른 굴절률에 비해 큰 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법.

【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

상기 레이저빔은 2개이고, 이들의 크기 및 중첩된 길이는 수 μm 인 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법.

【청구항 7】

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 2개의 레이저빔을 중첩하는 단계는, 제 1 레이저빔을 이용하여 굽은 형상의 제 1 광 도파로를 형성하는 단계; 및

상기 형성된 제 1 광 도파로의 굽은 곡선의 중심을 기준으로 엇갈리게 상기 제 1 광 도파로의 일면 각각에 형성되도록, 제 2 레이저빔을 이용하여 굽은 형상의 제 2 광 도파로를 형성하는 단계를 포함하되,

상기 제 1 광 도파로와 제 2 광 도파로는 중첩된 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로 제작 방법.

【청구항 8】

기판;

상기 기판상에 코팅된 클래드 재료; 및

상기 클래드 재료 위에 코팅된 코어층 재료인 광반응 고분자를 포함하여 구성된 레이저 직접 묘화법으로 형성된 광 도파로에 있어서,

상기 코어층의 굴절률 분포는 가우시안 형태의 강도 분포를 갖는 적어도 2개의 레이저빔을 소정 거리 중첩하여 제작된 구조를 갖는 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화법으로 형성된 광 도파로.

【청구항 9】

제 8 항에 있어서,

상기 광 도파로는 굽은 구조를 하고 있으며, 상기 굽은 구조에서 바깥쪽에 배치된 빔의 굴절률이 다른 굴절률에 비해 큰 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로.

【청구항 10】

제 7 항에 있어서,

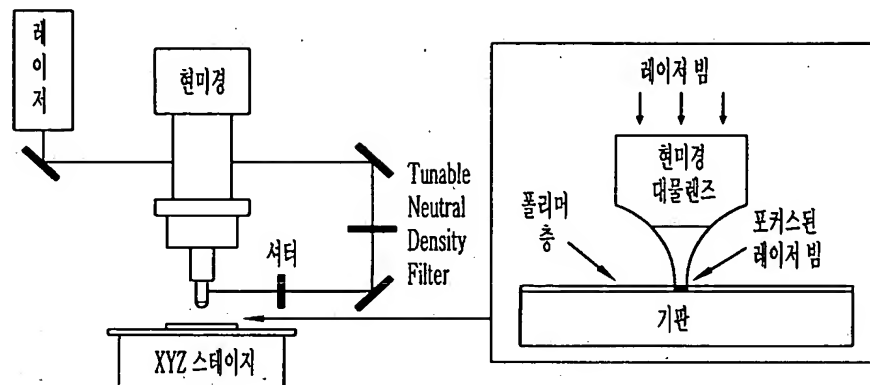
상기 형성된 적어도 2개의 광 도파로는,

굽은 형상을 갖는 제 1 광 도파로; 및

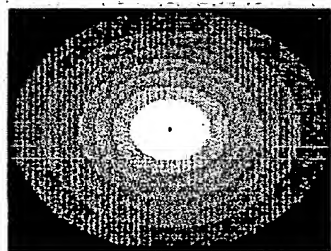
상기 제 1 광 도파로의 굽은 곡선의 중심을 기준으로 엇갈리게 상기 제 1 광 도파로의 일면 각각에 형성된 제 2 광 도파로를 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저 직접 묘화에 의한 광 도파로.

【도면】

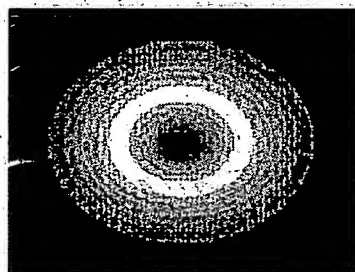
【도 1】



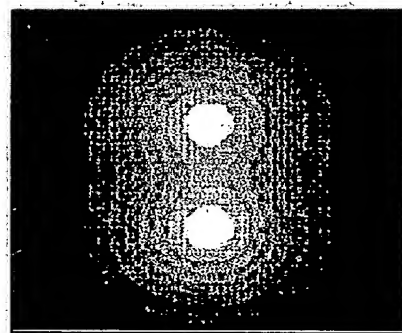
【도 2a】



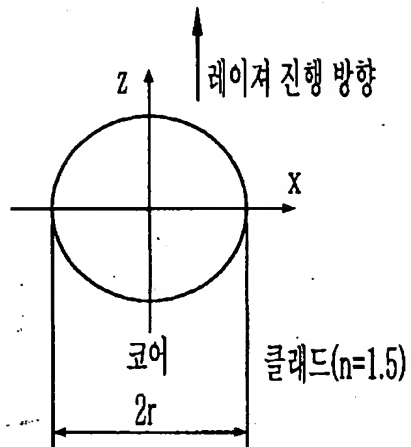
【도 2b】



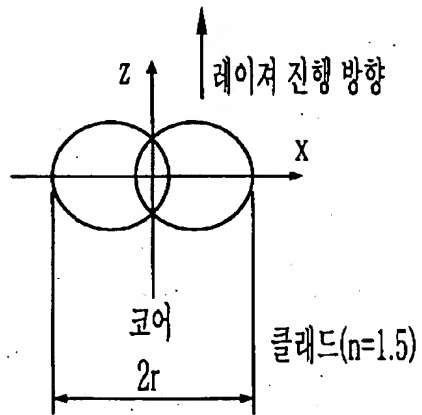
【도 2c】



【도 3a】

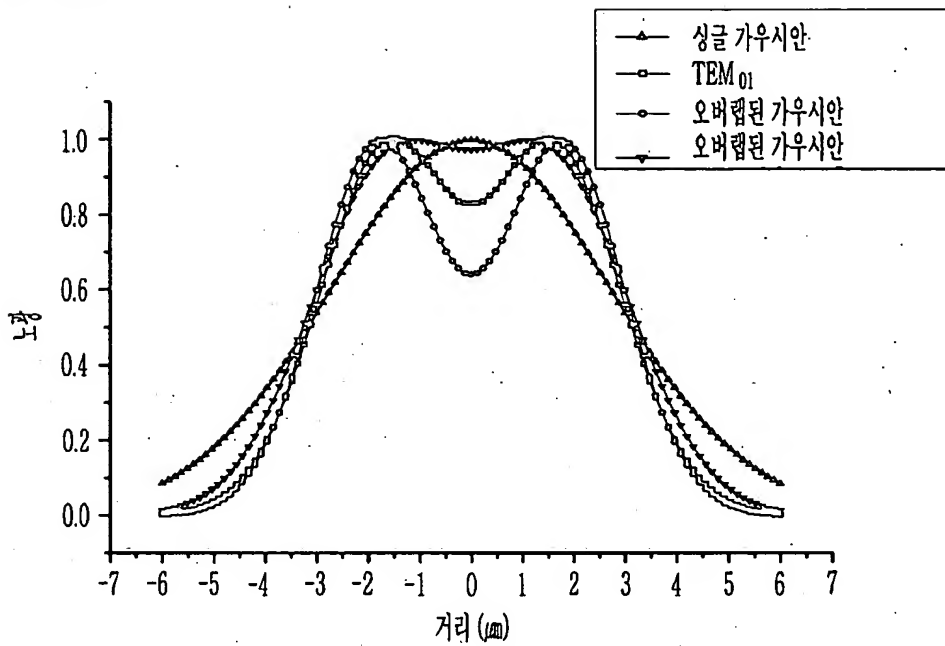


【도 3b】

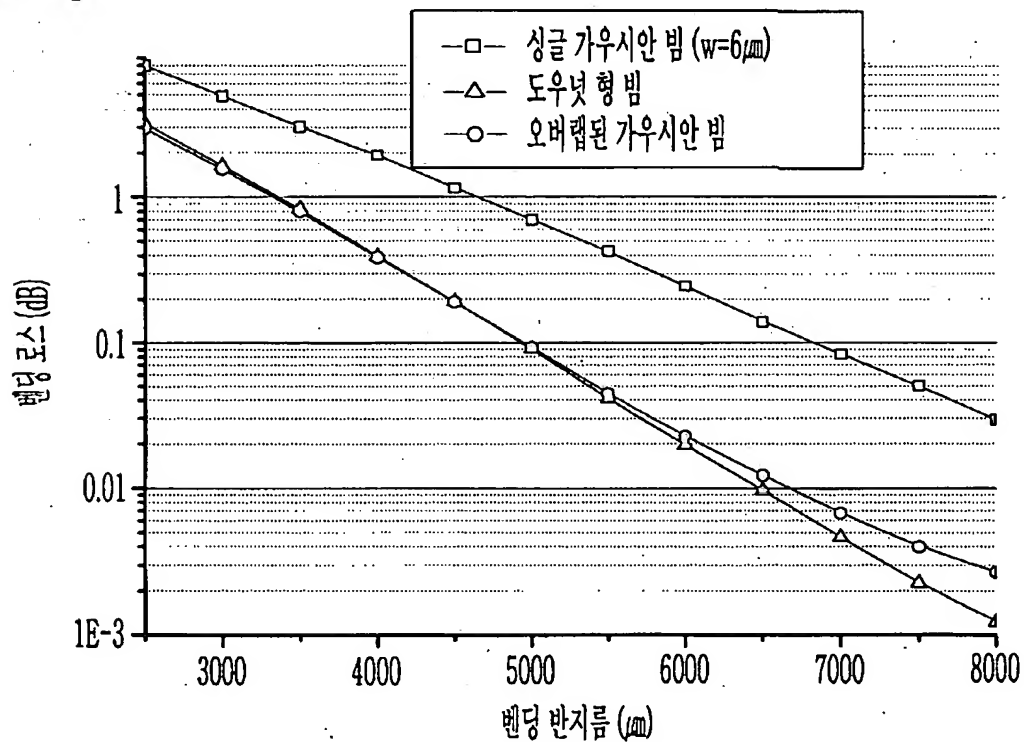




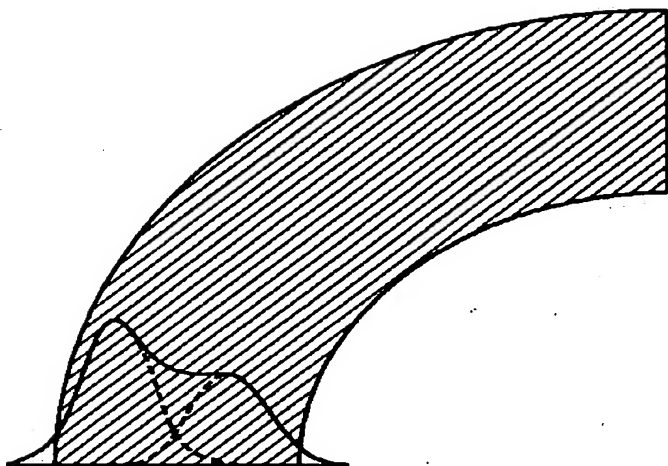
【도 4】



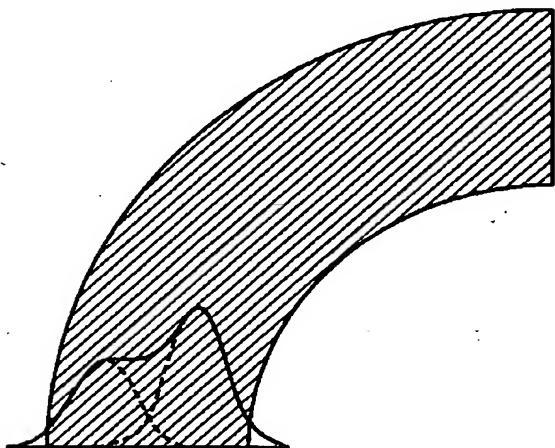
【도 5】



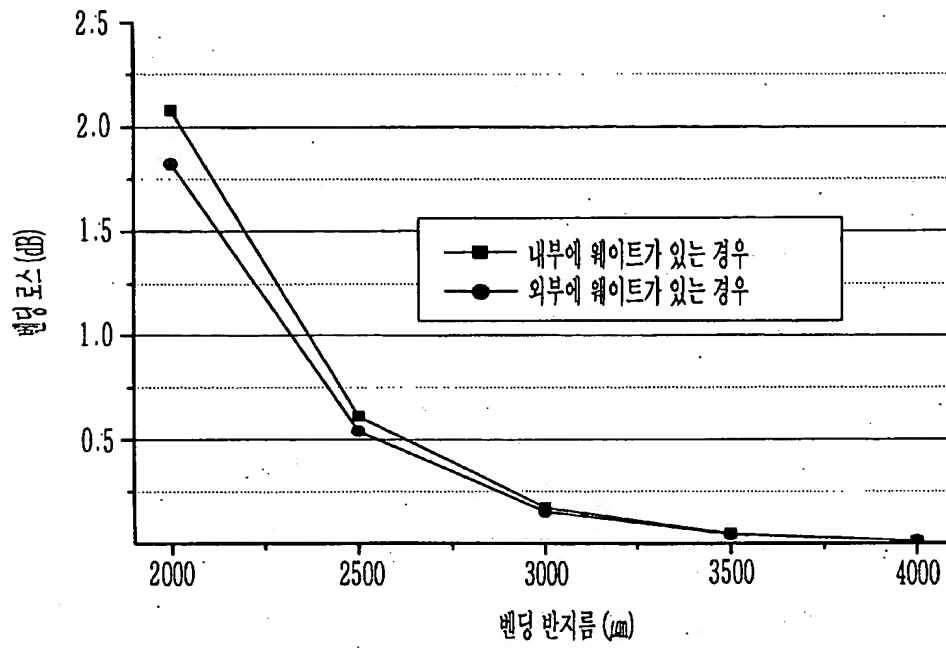
【도 6a】



【도 6b】



【도 7】



【도 8】

